

ALTERNATIVAS PARA UNA VIVIENDA SOSTENIBLE APLICANDO UN  
PENSAMIENTO DE DISEÑO E INNOVACIÓN



**DANIELA GARZÓN MARTELO**

Ensayo presentado como opción de trabajo de grado para optar por el título de:

**INGENIERO CIVIL**

Curso internacional Misión de la Innovación, Universidad Politécnica de Valencia-  
Valencia-España

Aurora Velasco Rivera

Tutor

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ, 2019**

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia de la humanidad han existido infinidad de retos y dificultades a las cuales el ser humano ha intentado dar una solución. Uno de los objetivos principales de la ciencia aplicada ha sido la simplificación de la complejidad. Las actividades y obras de construcción cotidianas representan el desarrollo de la civilización con el transcurso del tiempo.

En la actualidad es habitual ver ciudades llenas de grandes edificaciones, miles de centros de producción de artefactos, tecnología aplicada de todas las formas posibles, en consecuencia, se ha perdido en gran medida el respeto hacia el entorno natural. En el siguiente texto se expondrá un método para contribuir al mejoramiento ambiental con la aplicación y construcción de viviendas sostenibles, obteniendo resultados concretos, los cuales inicialmente son imaginados, luego planeados y finalmente alcanzados utilizando una metodología innovadora con ayuda del pensamiento de diseño.

Inicialmente, es necesario comprender qué es una vivienda sostenible. Ésta se puede definir como aquella que es eficiente y al mismo tiempo es respetuosa con el medio ambiente, ahorra energía, agua y reduce la contaminación (Cruz, 2014). Este tipo de construcción minimiza el impacto medio ambiental con la utilización de materiales que pueden ser reciclados de forma efectiva para ser reutilizados como nuevas materias primas. Una vivienda sostenible no solo utiliza materiales reciclados, sino que también debe aprovechar las condiciones naturales del entorno, de esta manera, es también una vivienda bioclimática debido a que aprovecha las necesidades energéticas que esta requiera.

## **¿Qué es desing thinking?**

Como se mencionó anteriormente, la sociedad se encuentra constantemente enfrentándose a cambios en actividades de producción, consumo, servicios y comunicación, por ello para lograr que los procesos funcionen y salgan de la mejor manera posible, ya sea para solucionar los daños ambientales causados, o, para mejorar la situación de vida de la gente, hay que implementar una forma innovadora de pensamiento y así poder seguir resolviendo problemas complejos. Esta manera de pensar se conoce como Desing Thinking, o pensamiento de diseño y es de vital importancia aplicar para cualquier tipo de proyecto.

Para que el Desing Thinking se cumpla, hay que utilizar diferentes facultades, y lograr llegar a un pensamiento creativo especialmente funcional para la actualidad. Hay que utilizar la parte emocional, sensitiva y disruptiva para poder empatizar con aquellos que nos rodean, que son usuarios o consumidores de algún producto en específico, y de esta manera dar una variedad de posibles soluciones a un problema ambiental concreto. El pensamiento de diseño se puede utilizar para la construcción de ideas que permiten rediseñar un modelo de producto o un servicio entre muchas otras cosas. Para que esta metodología de pensamiento sea efectiva, es mejor cuando se hace junto a un equipo de trabajo; que es un grupo de personas que aportan ideas distintas; comprometidos con la causa ambiental.

Se requiere de toma de decisiones en cualquier circunstancia o proyecto que se quiera realizar, y en la gran mayoría de los casos hay varias personas implicadas, es aquí en donde la creatividad de cada una de las personas actúa como un factor de innovación. Cada método y cada aptitud de un individuo es una herramienta más para la solución de problemas. La forma de trabajo y el desarrollo de ciertos procesos llevan a la práctica del diseño de algo, de

una idea o de muchas ideas. En otras palabras, la colectividad es esencial para iniciar un proyecto. Antes que nada, es necesario conocer el entorno, comprender de qué manera este se comporta, para así, poder iniciar aquello que se quiera realizar o proponer. De esta forma, se pretende llegar al objetivo. Como afirma el filósofo británico Watts: “Si quieres estudiar un río, no sacas un baldado de agua y lo observas en la orilla. Un río no es su agua, y al sacar el agua del río, perderás la cualidad esencial del río, qué es su movimiento, su actividad, su flujo” (Alan Watts, 1960).

Con la frase de este filósofo, se logra relacionar la observación de las cosas con la comprensión de éstas. Asimismo, al imaginarlas hay una relación de crear, de mostrar un prototipo y finalmente sintetizar una idea. En cualquier lugar que se quiera construir (en este caso particular una vivienda hecha de materiales reciclados que aproveche al máximo su entorno natural) es importante no solo saber y conocer qué tipo de materiales se utilizarían o sus dimensiones o que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas, sino también las cosas más obvias y lógicas que se deberían tener en cuenta para el éxito de una construcción. Primero, es transcendental conocer verdaderamente el entorno para la edificación de las viviendas sostenibles y también de aquellos usuarios que las habitarían. Para esto, se requiere una serie de observaciones, entrevistas y se tienen una serie de conversaciones para que así el pensamiento creativo sea efectivo y colectivo.

Después de que se obtiene la información cualitativa por medio de la observación de las conversaciones se puede definir un reto. Posteriormente, se pueden definir las necesidades que se han podido detectar y en este momento es en donde se consigue aplicar el factor diferenciador del proyecto, la parte innovadora del asunto. Con la utilización de diferentes

técnicas o métodos, es posible llegar a orientar creativamente hacia la búsqueda concreta de soluciones. Cuando ya hay una construcción de una idea, ésta permite que el entendimiento sea mejor; que la visibilidad de la idea o de lo que se plantea sea comprendido por todos. Todo esto lleva a la toma de decisiones, decisiones que se han venido iterando con un grupo de trabajo, que todos han ido aportando y que finalmente se llega a una solución óptima.

Estos procesos de observación y de comprensión, de imaginar y de crear, de proponer un prototipo, de evaluar y sintetizar se pueden aplicar en muchos productos, en servicios, en modelos de negocio y hasta en el diseño de interfaces. Todo esto se puede definir como los objetivos que busca el pensamiento de diseño junto con el uso de la creatividad la cual es esencial en Design Thinking. Se pueden utilizar procesos de diseño, técnicas creativas y métodos de visualización.

La primera etapa es la de planificación y es fundamental para cualquier proyecto, luego de esto hay una definición de los objetivos del proyecto, posteriormente se desarrolla la idea definida y por último se plantea y se presenta. En el pensamiento de diseño también debe haber una visión que sea anticipativa, reflexiva y participativa (Toran, 2019). La visión anticipativa se enfoca, más que todo en el futuro como estrategia, para luego poder llegar a la solución, de aquellas necesidades que surgen alrededor del producto, de la empresa o del modelo de negocio. Todo esto se puede realizar con un equipo de trabajo debido a que es mucho más conveniente gracias a la participación de personas ya sea dentro o fuera del grupo que pueden ser proveedores de materiales y también clientes.

## **IMPLEMENTACIÓN DEL DESIGN THINKING EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVENDAS SOSTENIBLES**

Es de utilidad saber de qué manera puede ser implementado el Design Thinking para que sea aplicado en un proyecto como el de viviendas sostenibles y que el proyecto no solo sea funcional si no que sea un completo éxito. Por consiguiente, para iniciar con el proyecto hay que establecer la visión y la estrategia a seguir, indudablemente teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente: el lugar y el análisis del entorno (el cual ayuda a determinar las amenazas y las oportunidades del proyecto). El entorno de las viviendas debe tener un análisis de la situación social, un análisis del clima, un análisis de los recursos disponibles en el área y de los materiales que potencialmente podrían ser reutilizados para la construcción.

Después de que se conoce el entorno en el cual se va a construir el proyecto, se establece una estrategia que pueda ir orientada a lo que se observa en el entorno y en el desarrollo de las estrategias que sean funcionales para éste. Luego de establecer la estrategia, se puede implementar, y, en este caso, se supondrá un escenario en donde cualquier material reciclado puede ser potencialmente útil para la construcción de las viviendas. Pueden ser escombros: botellas plásticas, cartones, maderas, llantas neumáticas, entre otras cosas. La estrategia del proyecto de viviendas sostenibles es que éstas son adaptables a cualquier tipo de material y el uso de estos estaría en la creatividad de los individuos que decidan transformar los materiales en algo más para empezar a cumplir el objetivo, y, que así mismo, sea un proyecto innovador donde exista el reciclaje de materiales. En esencia, no existe un limitante para el uso de este tipo de materiales, hay diversidad de recursos reciclados, por lo

tanto, este proyecto compite o entraría a competir con otros proyectos que no estén dispuestos al manejo de la idea.

El siguiente paso, es el de evaluación de resultados, podría ser desde la detección de materiales disponibles en la zona, en la transformación de estos, o en las ideas de cómo se podrían implementar en la construcción de las viviendas. Cada idea y cada propuesta debe ser controlada, y así mismo mejorada o corregida. Adicionalmente, se requiere descubrir cuáles son los puntos susceptibles del proyecto o de las ideas generadas, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto. Con un proyecto de sostenibilidad, debe haber claridad de cuáles son los aspectos importantes para que la vivienda cumpla su función de ser sostenible, y, estos son el de tener en cuenta unos principios tales como el conservación de recursos aguas, energías, materiales y el principio de las tres “R” (reciclar, recuperar y reutilizar) (Ramirez, 2002).

Para las viviendas es indispensable el uso del agua, un recurso que debe cuidarse y aprovecharse al máximo, por esta razón en una vivienda sostenible la implementación de un método de captación y reutilización del agua es de suma importancia. Inicialmente se debe tener un conocimiento previo de la disponibilidad de este recurso en la zona de construcción, para que de esta manera pueda ser utilizado de la mejor forma posible. Es por eso que es necesario analizar las precipitaciones que se presentan en determinado lugar para realizar un diseño de un sistema de captación de agua que funcione adecuadamente en una vivienda sostenible.

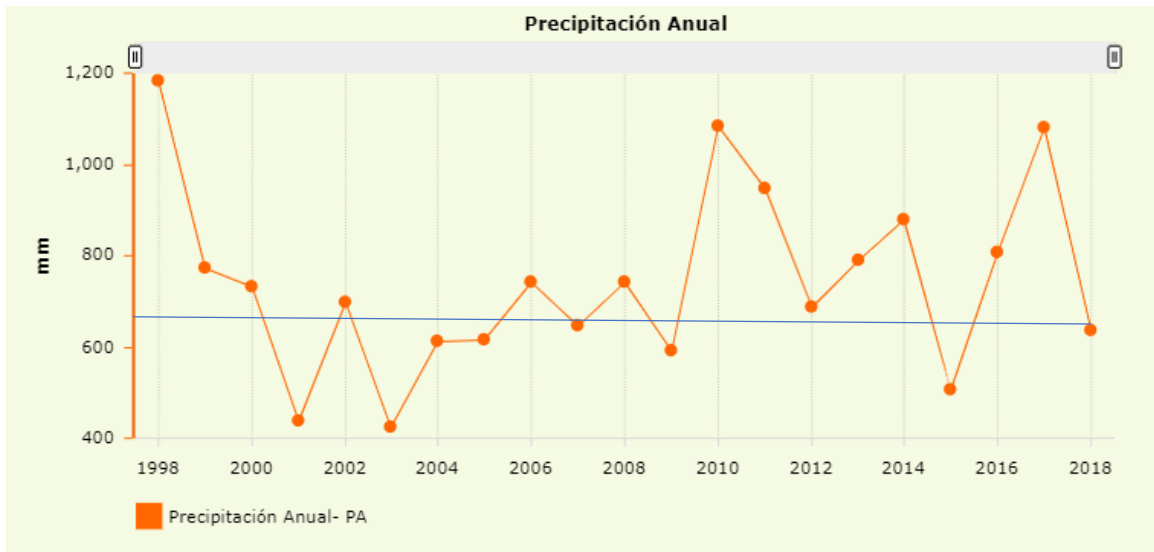
## Precipitación anual (mm) en la ciudad de Bogotá

A partir del análisis de las precipitaciones de un lugar se pueden determinar las dimensiones del área de captación. Se debe contar con una serie de datos de precipitaciones anuales con los cuales se puedan considerar los periodos hidrológicos, ya sean secos húmedos y medios (Basán Nickisch, 2018). En la tabla 1 y figura 1 se muestran los datos anuales de la ciudad de Bogotá a partir de los años de 1998 hasta el 2018 tomados del Observatorio Ambiental de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente en donde calculando el promedio de precipitación anual da como resultado de 637.26 mm.

*Tabla 1 Precipitación Anual (mm) (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2019)*

AÑO	Fecha Precipitación Anual PA (mm)
1998	1.183,90
1999	771
2000	731
2001	436,50
2002	699
2003	423,80
2004	610,90
2005	615,40
2006	740,40
2007	647,30
2008	740,20
2009	591
2010	1.085,10
2011	948,30
2012	688,20
2013	791
2014	877
2015	506,50
2016	807,90
2017	1.082
2018	637





*Figura 1 Precipitación Anual (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2019)*

Al considerar la precipitación de lluvia mensual de 100 mm como satisfactoria para la mayoría de las situaciones, si la lluvia anual está por debajo de 1200 mm, es posible que haya déficit en períodos determinados (semanas o meses) (Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (FIDA) , 2013). En Bogotá el régimen de estaciones es bimodal se presentan dos estaciones de lluvia fuerte (abril, mayo, octubre y noviembre) y dos estaciones de verano (Secretaria Distrital de Hacienda, 2019).

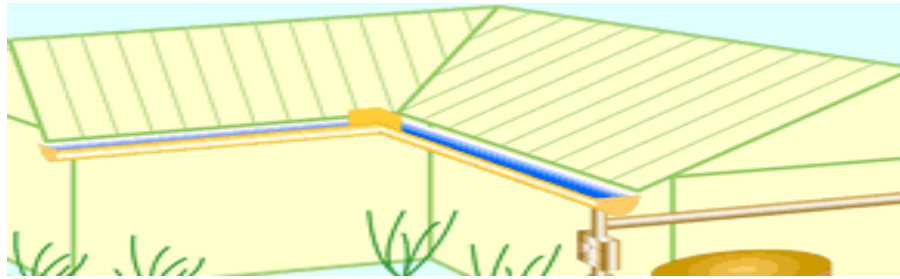
### **Captación y aprovechamiento de agua lluvia**

Una definición para la captación de aguas lluvia consiste en la recolección a partir de una superficie que permita que el agua lluvia se almacene y se use en un momento posterior. En una situación típica de recolección de agua lluvia, el agua se recolecta de una superficie

impermeable como el techo de una edificación que luego se almacena dentro de un tanque o cisterna. (Maxwell-Gaines, 2018)

El agua de lluvia se puede recolectar y almacenar para muchos usos, incluyendo el riego del paisaje, el uso de agua potable y no potable en interiores y la gestión de aguas pluviales. Puede ser particularmente útil la captación de aguas lluvia cuando no hay otra fuente de suministro de agua disponible, o si el suministro disponible no es el adecuado o es de mala calidad. Los beneficios de la recolección de agua de lluvia son tanto para las propiedades urbanas (donde hay agua municipal disponible) como para las rurales (donde se emplea un pozo de agua). La práctica de la recolección de agua de lluvia abarca desde ideas simples, como un barril colocado debajo de una canaleta de desagüe, hasta sistemas complejos, como edificios comerciales o sistemas que suministran agua potable para una casa (Maxwell-Gaines, 2018).

El área de la vivienda sería alrededor de unos 80 m<sup>2</sup>, para que así mismo sea más fácil su modificación. La vivienda estaría ubicada en la ciudad de Bogotá y contaría con un sistema de recolección de aguas lluvia ubicado en la cubierta inclinada, implementando un canalón el cual redirija el agua a un depósito. Esta agua pueda ser reutilizada para los sanitarios. El canalón contaría con unas rejillas para evitar que material vegetal y otros elementos pasen a las bajantes, un ejemplo de esto se presenta en la Figura 2 cubierta y canalón de captación de agua (The Center for Rainwater Harvesting, 2006) y la Figura 3 sistema de recolección de aguas lluvia (Arquitectura Prefab, s.f).



*Figura 2 Cubierta y Canalón de Captación de agua  
(The Center for Rainwater Harvesting, 2006)*



*Figura 3 Sistema Recolección de Aguas Lluvia  
(Arquitectura Prefab, s.f.)*

Con los datos recolectados de precipitación de la ciudad de Bogotá, se puede realizar los cálculos para determinar el volumen del tanque de recolección teniendo en cuenta el área de la cubierta y el agua lluvia que ha sido captada durante el mes que presenta la precipitación máxima durante el año. A continuación, se presentan datos de precipitación promedio mensual en los últimos 38 años desde 1978 hasta 2016 obtenidos del IDEAM (Alejandro Benavides Alfonso, 2017).

Tabla 2 Valores Totales mensuales de Precipitación (mm) Tomado de IDEAM (Alejandro Benavides Alfonso, 2017)

IDEAM													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mms)													
ESTACIÓN: 21201240													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
1977	*												
1978	6	16	20,6	48	71	64	32	27	26	27	22	24	383,6
1979	6	4	31	93	52	80	27	51	20	92	103	18	577
1980	1	37	8	54	13	126	28	72	50,9	104,1	65,3	38,1	597,4
1981	0,7	12,9	25	92,3	156,8	51,8	26	28,2	52,6	76,3	81,3	20,7	624,6
1982	31,5	17,9	55,9	68,7	66,6	51,2	95,5	76,8	41,2	31,7	32,3	30,2	599,5
1983	9,2	51,1	41,5	123,6	86,4	39,7	87,3	53	46,7	50,9	36,8	45	671,2
1984	30,3	53,1	40,6	60,1	91,7	98,8	48,6	101,9	48,5	44,3	96,3	1,6	715,8
1985	13,2	3,3	9,2	29,5	165,1	72,5	61,7	71,9	67	126,5	40,6	25,2	685,7
1986	8,4	102,4	30,2	39	95,7	123	108	40,3	57,9	160,7	79,3	30,5	875,4
1987	11,9	24,2	33,2	68,8	83,1	29,9	82,9	59,1	34,5	134	74,9	26,1	662,6
1988	4,4	25,9	13,3	51,9	67,6	75,3	70,2	82,6	62,2	115,4	91,6	52,6	713
1989	3,2	57,3	109,3	33,5	100,5	82,1	57,9	41	46	48,2	82,8	22,4	684,2
1990	22,3	42,2	77,3	78,2	143,6	59,3	38,1	47,8	26,9	115,1	43,2	61,9	755,9
1991	4,1	12,5	86,1	86,4	81	43,6	99,6	118,4	36	15,8	53,2	26,1	662,8
1992	10,2	23,6	42,1	73,4	38,5	36,2	88,8	66,5	65,2	11,6	102,7	15,3	574,1
1993	32,9	24,1	53,5	80,8	129,5	69,6	91,2	34,7	55,6	49,3	96,4	4,4	722
1994	84,4	33,7	94,7	66,1	110,2	71,1	98,1	76,3	27,6	68,7	103,1	9,8	843,8
1995	16,7	33,5	28,4	69,4	109,5	53,8	28	49	42	21	62,6	14,3	528,2
1996													
1997	102,5	25,7	14	10,5	13,5	1							167,2
1998													
2004	88,9	27,4	52,6	51,4	26,8	51	41,8					12,3	352,2
2005	4,3	12,1	2	143,2	117,4	37,8	39,2	20,4	67,8	86,6	38,8	7,2	576,8
2006	24,8	3,2	95,9	120,3	79,8	106,6	53,7	26,3	124,6	87,8	5,4		728,4
2007	4,9	24,2	27,9	69,2	29,9	68,8	20,7	49,7	17,5	73,4	39	75,8	501
2008	3,8	45,9	29,9	79,4	186,5	96	66,9	75	55,2	81,8	99,2	82,1	901,7
2009	29,6	41,8	52,1	83,4	35,4	57,4	82,7	45,8	34,2	75,9	33,6	2,6	574,5
2010	0,8	31,6	35,2	234,9	128,7	81,8	98,7	28,2	38	89,9	112,8	85,2	965,8
2011	28,3	69,9	127,9	206,9	119,5	85,6	77,3	37,2	49,8	122,4	155,3	111,6	1191,7
2012	53,9	45,8	108,5	155,5	54,1	56,9	101,6	69,9	37,5	118,8	49,6	56,1	908,2
2013	0,7	73,3	35	63,3	92,3	35,7	103,1	58,8	18,5	63,2	120,3	35,3	699,5
2014	12,5	20	24,5	60,7	79,7	140,3	90,1	49,2	28,9	56,2	57,6	45,4	665,1
2015	10,8	29,7	55	35,4	45,6	132,7	77,8	45,7	42,7	20,5	40,1	7,6	543,6
2016	7,3	34,6	46,2	75	115,5	39,3							317,9
<b>Ppi</b>	<b>20,9</b>	<b>33,1</b>	<b>47,1</b>	<b>81,4</b>	<b>87,1</b>	<b>69,3</b>	<b>67,4</b>	<b>55,3</b>	<b>45,6</b>	<b>74,8</b>	<b>69,6</b>	<b>34,0</b>	

Tabla 3 Precipitación promedio mensual (1977-2016) Tomado de: (Alejandro Benavides Alfonso, 2017)

Mes	Precipitación (mm)
Enero	20,9
Febrero	33,1
Marzo	47,1
Abril	81,4
Mayo	87,1
Junio	69,3
Julio	67,4
Agosto	55,3
Septiembre	45,6

Octubre	74,8
Noviembre	69,6
Diciembre	34,0

### Precipitación Promedio Mensual

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} pi}{n}$$

Donde:

n: número de años

pi: valor de precipitación mensual del mes “i” [mm]

El valor de Ppi del mes “i” puede expresarse en mm/mes o L/m<sup>2</sup> /mes.

### Determinación del Volumen del Tanque de Recolección

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

Donde:

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m<sup>2</sup>)

Ai: oferta de agua en el mes “i” (m<sup>3</sup>)

Tabla 4 Coeficiente de esorrentía ( $C_e$ ) (Chow, 1964)

Tipo de superficie	Coeficiente de esorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Tabla para determinar caudales punta por el método racional en zonas urbanas y periurbanas

Coeficiente de esorrentía

$$C_e = 0.85$$

$$A_i = 87.1 * 0.85 * 80/1000$$

$$A_i = 5.9 \text{ m}^3$$

$$A_i = 5900 \text{ L}$$

Por tanto, anualmente se recolectaría un total de 71000 L de agua lo cual contribuye con la demanda de agua de una familia para uso doméstico.

A continuación, se utiliza una fórmula de volumen necesario obtenida de (Brito et al, 2007a; Gnadlinger, 2011) donde se demuestra la cantidad de agua que puede consumir una familia.

$$V_{nec} = n \times c \times p$$

V nec: Volumen de agua necesario (l)

n: Número de personas en la vivienda

c: Consumo medio de agua por persona por día (l)

p: Periodo de consumo considerado (días)

$$V_{nec} = 4 * 12 * 1 = 48 Lt$$

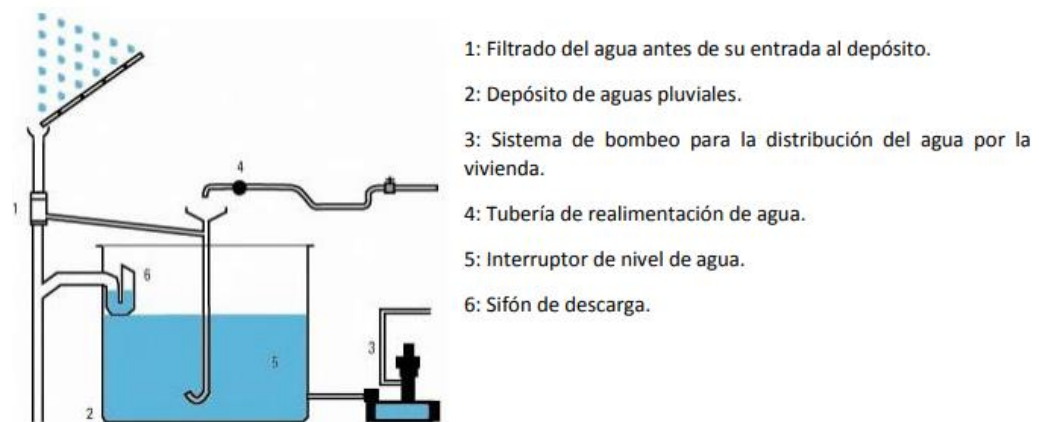
(Nota: el valor 0.37m<sup>3</sup> es el valor mensual promedio que consume una persona, por lo tanto, se hace el cálculo de consumo diario obteniendo el valor de c= 0.012m<sup>3</sup>, el valor de 0.37 fue tomado de una factura de agua del acueducto de Bogotá.) (Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá, 2019)

Con los datos obtenidos del consumo diario de una casa familiar conformada por 4 personas y el dato de precipitación máxima promedio anual de 1045.2mm se puede sugerir un volumen de tanque de almacenamiento de 6000 L el cual contribuye con el ahorro de un 35% del consumo de agua de la vivienda.

$$Consumo Anual = 48L * 12mes * 30dìa = 17000L$$

Como el agua recolectada va a ser reutilizada, la cubierta a dos aguas tendría que ser fabricada en un material que no sea perjudicial para la salud y que permita el paso del agua. En este caso se escogen los tejados de barro pues logran cumplir estas funciones además de

ser un material económico y al tiempo completamente reciclable. Así mismo, el sistema de recolección de aguas pluviales debería tener un sistema de saneamiento de aguas limpias y negras por separado para poder usar el agua lluvia después de haber sido filtrada en las duchas, los lavabos, sanitarios, entre otras cosas (sistemas de aguas no potables) (Cruz, 2014). El depósito de agua que se propone para la vivienda tendría que estar aislado, evitando la luz para que el crecimiento de patógenos o microorganismos, no se presente. Para la distribución del agua se podría proponer el uso de una bomba de polietileno de baja potencia puesto que son mucho más adecuadas para el tipo de agua y también ahorran costos. A continuación se muestra un ejemplo en la Figura 4 sistema de Recolección de Aguas pluviales (Cruz, 2014).



*Figura 4 Sistema de Recolección de Aguas pluviales (Cruz, 2014)*

Como la propuesta de esta vivienda sostenible no tiene especificación de los materiales de construcción a excepción de la cubierta, la creatividad de las personas es esencial para el éxito de ésta, se propone un sistema modular. Esto quiere decir que la



vivienda cuente con un sistema que sea de fácil montaje y desmontaje. El esqueleto podría ser metálico y su cobertura podría ser compuesta por los materiales reciclados o materiales locales. Se podría pensar en piezas tipo lego para que su ensamblaje sea mucho más sencillo, solucionando un problema constructivo.

Respecto a la alimentación eléctrica, se podría proponer la utilización de paneles solares ubicados en alguna parte alta de la vivienda o el de celdas fotovoltaicas, baterías y distribuidores. Hay diversidad de inventos para la generación ecológica de luz y además pueden ahorrar dinero. Entre estas tecnologías se encontró uno que se llama “SALT Lamp (por sus siglas en inglés *Sustainable Alternative Lighting*, ‘Iluminación Sostenible Alternativa’), una lámpara que funciona con dos cucharadas de sal y un vaso de agua, y permite dotar de luz durante ocho horas” (Chuet, 2017).

Son propuestas innovadoras que pueden ser mejoradas para ser implementadas en una vivienda sostenible. Se pensó en esta alternativa de energía para usarse en lugares de la casa en donde no se requiera de un alto consumo de luz. Pueden ser ubicadas en zonas externas de la vivienda. Eso solo es una de las tantas ideas que podrían ser implementadas, pero para eso hay que tener muy presente la ubicación en la que se va a realizar la construcción.

A continuación, se presenta un ejemplo del uso de Design Thinking en construcciones modulares existentes, en donde se tiene en cuenta el entorno y el aprovechamiento de los recursos.



*Figura 5 Casa larga María Laura Cristi +Tramarquitectura (Tomado de Arch daily, <https://www.archdaily.co/co/924176/casa-larga-maria-laura-cristi-plus-tramarquitectura>)*



Figura 6 Casa larga María Laura Cristi +Tramarquitectura 2 (Tomado de Arch daily, <https://www.archdaily.co/co/924176/casa-larga-maria-laura-cristi-plus-tramarquitectura>)



Figura 7 Casa Modular ECO80B (Tomado de ECO CASA <https://eco-casa.es/modelo/casa-modular-eco-80b/>)

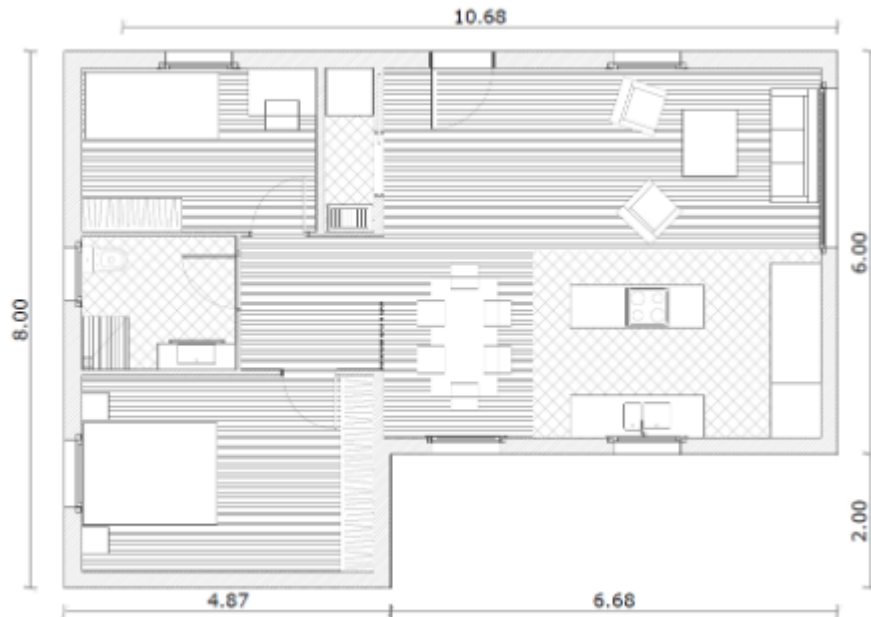


Figura 8 Plano Casa Modular ECO80B (Tomado de ECO CASA <https://eco-casa.es/modelo/casa-modular-eco-80b/>)

“La Casa Modular **ECO 80B** es un modelo con diseño moderno, de planta baja, que propone una distribución adaptada a la necesidad de cada familia 2, 3 o 4 habitaciones. Este modelo de casa modular dispone de dos cubiertas diferentes: cubierta inclinada y la cubierta plana, los dos permiten una gran capacidad de aprovechamiento de aguas pluviales.” (Eco Casa, 2019)

## **Conclusión**

Para concluir con esta propuesta de proyecto, y utilizando una forma distinta de pensamiento, hay que entender exactamente de dónde vienen las cosas, y el porqué de estas propuestas; hay que ser conscientes del entorno social y ambiental, para así, utilizar estos factores a favor del proyecto. Es posible construir una vivienda sostenible exitosa, que cumpla con los principios de sostenibilidad conservando recursos, reciclando, recuperando y reutilizando. No obstante, para lograr llegar a cabo exitosamente el proyecto hay que seguir una serie de procesos. Observar, comprender y crear son los pasos del Design Thinking esenciales, que todo individuo siempre debería tener en cuenta para la iniciación y desarrollo de una empresa de un proyecto de construcción, de un servicio, de un producto etc.

No es un secreto que las viviendas sostenibles se han propuesto desde principios de los años 70 (Ramirez, 2002), en el momento que el hombre se empezó a concientizar del impacto que el ambiente estaba sufriendo por causa de las actividades del ser humano. Hay varios proyectos y propuestas para este tipo de construcciones, la idea no es solo que sean proyectos de interés social o que sean proyectos particulares de aquellos que están preocupados por la salud del hombre y del entorno; la idea es que esto se convierta en un requerimiento, que se logre implementar y normatizar en el país.

Con la recopilación de datos y análisis de precipitaciones en la ciudad de Bogotá se logra demostrar que la implementación de un sistema de captación de agua lluvia en la cubierta de una edificación sostenible, es de gran beneficio. El punto de vista de la ingeniería

y el diseño sostenible, en este caso, es de qué manera se interactúa con el ciclo hidrológico, de qué manera se gestiona la escorrentía del agua lluvia y si esta se considera un producto de desecho o una oportunidad. Con los cálculos para el diseño del tanque de recolección también se demuestra que el agua que está disponible no siempre se aprovecha de forma inmediata, se puede almacenar para su uso posterior lo cual fortifica aún más el concepto de una vivienda sostenible. La selección de materiales es de suma importancia, pensados no solo por su función si no también por el ahorro de energía que implica la fabricación de éstos y su utilización.

La innovación es fundamental para el desarrollo de un proyecto, este hecho se ha tratado durante el desarrollo del presente texto. “Innovar es ver lo que todo el mundo ve, pensar lo que pocos piensan y hacer lo que nadie hace” (Koskinen-Montesino, 2019). La idea de las viviendas sostenibles en este proyecto es no centrarse en un solo tipo de material o en la transformación de solo uno. Se trata más bien de la utilización de diversos materiales para la construcción de viviendas y que no exista un parámetro específico para ellas. La idea es que esté completamente abierto a la imaginación y a la creatividad, aplicando el conocimiento de aquellos que se dedicarían al diseño y uso de los recursos disponibles.

## **Referencias**

Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá. (2019). *Tarifas de Servicios de acueducto y Alcantarillado*. Obtenido de <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB>

Alejandro Benavides Alfonso, D. F. (2017). *Sistema Alternativo de Recolección y Aprovechamiento de agua lluvia, para una vivienda de interés social en el barrio la victoria de la localidad de san cristobal*. Bogotá.

- Arquitectura Prefab. (s.f.). *Reciclaje del agua Lluvia*. Obtenido de Tecnologías Para el Reciclaje de aguas Lluvia: <https://blog.is-arquitectura.es/nuevas-tecnologias-en-viviendas/reciclaje-de-agua/recogida-de-aguas-pluviales/>
- Basán Nickisch, M. S. (2018). Sistemas de Captación de Agua de lluvia para Consumo Humano, Sinónimo de Agua Segura. *Aqua-LAC - Vol. 10 - N° 1*, 15-25.
- Chow, V. t. (1964). *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill.
- Chuet, J. P. (2 de 1 de 2017). *La vanguardia*. Obtenido de Natural: <https://www.lavanguardia.com/natural/20170127/413690619139/inventos-ahorrar-luz-ecologicos.html>
- Cruz, B. S. (2014). *La vivienda sostenible*. Valencia.
- Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (FIDA) . (2013). *Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: FAO.
- Obtenido de [org.ezproxy.umng.edu.co/doi/10.1061/](http://org.ezproxy.umng.edu.co/doi/10.1061/)
- Koskinen-Montesino. (28 de 3 de 2019). *MBI*. Obtenido de <https://media.upv.es/#/portal/video/f551e270-513d-11e9-9550-65e3bcd42c8c>
- Maxwell-Gaines, C. (2018). *Innovative Water Solutions*. Obtenido de What is rainwater harvesting?: <https://www.watercache.com/faqs/rainwater-harvesting-defined>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2019). *Información detallada del Indicador* . Obtenido de Observatorio Ambiental de Bogotá, Secretaría distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá: <http://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=156&v=1>
- Ramirez, A. (2002). *Construcción Verde España Consejo*. Obtenido de La construcción Sostenible: [https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf)
- Secretaría Distrital de Hacienda. (2019). *Red Bogotá*. Obtenido de Instituto de Estudios Urbanos: <https://www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0116-clima/index.htm>
- The Center for Rainwater Harvesting. (2006). *The Center for Rainwater Harvesting*. Obtenido de [http://www.thecenterforrainwaterharvesting.org/2\\_roof\\_gutters4.htm](http://www.thecenterforrainwaterharvesting.org/2_roof_gutters4.htm)
- Toran, M. M. (2019). *Design Thinking: Objetivos II*. *Design Thinking*. Valencia: UPV.
- Bedoya, Carlos. (2011). *Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles en Colombia – VISS y VIPS –*.  
Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11911/27-36%20Bedoya.pdf>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2012). Construcción Sostenible: Una Agenda para Colombia.

Obtenido de: <http://www.cccs.org.co/construccionsostenible/que-es>

Borras, Carlos. (2017). Viviendas Bioclimáticas. Ecología Verde. Obtenido de: <https://www.ecologiaverde.com/viviendas-bioclimaticas-35.html>